Aus den seminaristischen Uebungen für pathologische Physiologie an der Universität Berlin.
Leiter: Professor Dr. Adolf Bickel

Der Einfluß von Casein und γ-bestrahltem Casein auf den Glycogengehalt der Leber bei gemischter Nahrung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Karl Trösken

aus Bochum-Gerthe.

Tag der Promotion: 16. November 1938.

Buch- und Verlagsdruckerei H. KLUTKE in Ebenrode

I 320

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Berlin

Dekan: Professor Dr. Siebeck
Referent: Professor Dr. Bickel
Korreferent: Professor Dr. Lohmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Bei dem Studium der Beziehungen des Eiweißes zum Zuckerstoffwechsel stehen zwei Fragen im Mittelpunkte des Interesses, um die sich das ganze Problem eigentlich gruppiert:

1. Wie verhält sich die Zuckerbildung aus Eiweiß?

2. Wie wirkt Eiweiß, bezw. wie wirken seine resorbierten Derivate, also besonders die Aminosäuren, auf den Ablauf des Zuckerstoffwechsels, ohne Rücksicht darauf, ob sie selbst als Zuckerlieferanten fungieren können oder nicht?

Die Beantwortung dieser beiden Fragen hat eine besondere praktische Bedeutung bei der diätetischen Therapie des Diabetes. Aber auch die normale Physiologie ist lebhaft daran interessiert.

Die Beziehungen des Nahrungseiweißes bezw. seiner resorbierten Derivate zum Zuckerstoffwechsel können entweder in der Bereitstellung von Zucker durch den Glykosamingehalt mancher Eiweißkörper oder durch Zuckerbildung aus Aminosäuren und einer damit verknüpften Beeinflussung der Glycogendepots bestehen, oder aber es kann ganz unabhängig von einer Zuckerbildung aus Eiweiß der Zuckerstoffwechsel im Sinne dynamischer Wirkungen von Aminosäuren beeinflußt werden. In diesem Falle können derartige Beeinflussungen sich unter anderem am Blutzuckergehalte, am Glycogengehalte der Leber und Muskeln, wie endlich am respiratorischen Quotienten zeigen.

In der Tat hat man auch in dieser dreifachen Richtung Wirkungen gefunden, bei denen nur nicht immer ganz geklärt ist, in welchem Umfange aus Eiweiß sich bildender Zucker mitspielt oder wie weit es sich nur um dynamische Wirkungen resorbierter Eiweißderivate auf bereits vorhandenen Zucker bezw. vorhandenes Glycogen handelt.

Vielfach ist der Einfluß der Aminosäurenzufuhr auf die Blutzuckerkurve untersucht worden. Unter anderen hat Schenk[1] gefunden, daß es Aminosäuren gibt, die den Blutzucker steigern, senken oder unbeeinflußt lassen und daß insbesondere keine Beziehung besteht zwischen der steigernden Wirkung von Aminosäuren auf den Blutzucker und der zuckerliefernden Funktion der Aminosäuren.

Das Casein ist bekanntlich ein Eiweißkörper, der frei von Glycosamin ist und gerade hier fand Kanai[2], daß enterale

und intravenöse Zufuhr des salzsauren Hydrolysates von Casein eine vorübergehende Steigerung des Blutzuckergehaltes beim normalen Kaninchen macht.

Ueber die Beeinflussung des Glycogengehaltes der Leber durch Aminosäuren ist, wie es scheint, nur bekannt, daß nach Durchströmung der überlebenden Leber mit Leucin, Glycocoll, Alanin, Asparaginsäure eine Glycogenvermehrung auftritt (Ringer u. Lusk[3]).

Vom Casein wissen wir aus den Versuchen von Lüthge[4] am pankreaslosen Hund, daß im diabetischen Organismus aus ihm viel Zucker gebildet zu werden vermag. Es kann aber die Steigerung des respiratorischen Quotienten nach Aminosäurenzufuhr, die von Wilhelmy und Mann[5] am normalen Hunde, von Schubert[6] im hiesigen Laboratorium zuerst am normalen Menschen beobachtet worden ist, doch wohl nur als eine dynamische Wirkung der Aminosäuren auf den Zuckerstoffwechsel gedeutet werden.

Vom Casein, das vor allem hier interessiert, steht jedenfalls fest, daß es frei von Glykosamin ist, daß im normalen Körper kaum aus ihm Zucker gebildet wird, während es dem maximal diabetischen Körper als reich fließende Zuckerquelle dienen kann, daß seine Abbauprodukte wie Kanai fand, nach enteraler oder intravenöser Zufuhr im normalen Körper eine vorübergehende Steigerung des Blutzuckers hervorrufen. Überhaupt darf man bei diesen Betrachtungen nicht aus dem Auge verlieren, daß beim Gesunden Eiweiß selbst in massiven Dosen niemals zum Zuckerbildner wird (Grafe[7]).

Darum kann man auch vermuten, daß bei den akuten Wirkungen von in bestimmten Konzentrationen zum normalen Körper zugeführten Aminosäuren oder Aminosäurengemische auf den Blutzucker, es sich primo loco wohl immer nur um dynamische Wirkungen der Aminosäuren handeln wird.

Die Beziehungen der Nahrungseiweiße zum Zuckerstoffwechsel kann man auch noch in einer anderen Frage formulieren, oder man kann vielmehr einen richtigen Teilausschnitt dieses Problems in einer Frage zusammenfassen, die lautet: **Wie wirkt im Rahmen einer gemischten Nahrung, die an sich schon viel Kohlehydrat enthält, die Qualität des Nahrungseiweißes sich auf den Glycogengehalt der Leber aus?**

Diese Frage ist im letzten Jahre im hiesigen Laboratorium in einer größeren Reihe von Experimenten untersucht worden, bei denen die Nahrungseiweißqualität wechselte, die Quantität des Nahrungseiweißes aber immer annähernd dieselbe war. Der

Fettgehalt, Kohlehydratgehalt und überhaupt der gesamte Kalorieengehalt der Nahrung war immer reichlich bemessen, ebenso ihr Vitamin- und Mineralstoffgehalt nicht vernachlässigt worden. Bei diesen Versuchen hatte sich nun gezeigt, daß dann, wenn man Gruppen von weißen Ratten in dieser Weise 10—14 Tage ernährt, in Abhängigkeit von der Qualität des Nahrungseiweißes der Glycogengehalt der Leber vielfach ein unterschiedlicher ist. Bei diesen Versuchen waren als Eiweißträger neben chemisch reinen Eiweißstoffen auch verschiedene eiweißhaltige Nahrungsmittel tierischer oder pflanzlicher Art genommen worden. Aber das Fett war immer Lebertran und das Kohlehydrat war meistens Zucker und Kartoffelstärke oder an Stelle des letzteren das Kohlehydrat des Hafers; in einigen Versuchen wurden auch andere Stärkearten verwendet. Es waren also die in ihrer Wirkung auf den Glycogengehalt der Leber zu vergleichenden unterschiedlichen Nahrungsgemische, abgesehen von der unterschiedlichen Nahrungseiweißqualität sehr ähnlich zusammengesetzt, wenn auch in manchen Fällen nicht identisch. Um nun den strengen Beweis zu führen, daß in der Tat im normalen Körper die Qualität des Nahrungseiweißes bei mäßiger Eiweißzufuhr, aber sehr reichlicher Kohlehydrat- und genügender Fettgabe einen entscheidenden Einfluß auf den Glycogengehalt der Leber hat, habe ich auf Veranlassung von Herrn Professor Adolf Bickel folgende Frage experimentell untersucht: **Wie verhält sich der Glycogengehalt der Leber bei Gruppen von weißen Ratten und Fütterung mit identischen Nahrungsgemischen wenn in N-aequimolecularer Menge das Nahrungseiweiß entweder Casein oder mit γ-Strahlen des Mesothoriums vorher bestrahltes Casein ist?**

Zum Verständnis dieser Fragestellung muß ich zunächst erörtern, wie Bestrahlung des Caseins mit γ-Strahlen des Mesothoriums die ernährungsphysiologische Wirkung des Caseins ändert. Dabei müssen wir aber ausgehen von dem was über physico-chemische und chemische Aenderungen des Eiweißes durch Strahlenwirkungen überhaupt und insbesondere durch solche von γ-Strahlen bekannt geworden ist.

Fernau und Pauli[12] konnten z. B. durch Radiumbestrahlung native Eiweißlösungen zum Ausfllocken bringen. Nach Untersuchungen von Mond und Wels ging der sichtbaren Flockung eine Zunahme der Viskosität voraus. Wels fand nach Röntgenbestrahlung neben Denaturierung und Aggregatbildung eine Säuerung der bestrahlten Eiweißlösung; Fernan[11] und Pauli nach Radiumbestrahlung Zunahme der freien H-Jonen.

In neuerer Zeit bemerkte Harris[8], daß während der Bestrahlung die Proteine Sauerstoff aufnehmen und Lieben[9] fand, daß durch Ultraviolettbestrahlung Tyrosin und Tryptophan im Eiweißverband oxydativ zerstört werden. Ludwig Pinkussen[10] sah, daß durch Ultraviolettlichtbestrahlung Histidin und andere Aminosäuren eine Dekarboxylierung erfahren können. Schließlich sei noch auf Modellversuche von Fernan[11]) hingewiesen, der, u. a. auch an Albuminlösungen zeigen konnte, daß Einleiten von Ozon ganz ähnliche physikalisch-chemische Veränderungen hervorbringt, wie Radiumbestrahlung.

Es war also bekannt, daß Eiweiß unter der Einwirkung von Strahlen chemische und physikalische Veränderungen erfährt.

A. Bickel[12] gelang es nun, natives Eiweiß, nämlich Casein durch Bestrahlung mit den γ-Strahlen des Mesothoriums derart zu ändern, daß das bestrahlte Casein als Nahrungseiweiß im Rahmen einer definierten gemischten Nahrung die Oxydationen im Zwischenstoffwechsel in der Richtung einer vollkommeneren energetischen Ausnutzung des dabei zum Umsatz gelangenden Gesamtmaterials steuert, als das beim unbestrahlten Casein, wenn es in gleicher Menge das Nahrungseiweiß ist, stattfindet. An dem Charakter des Caseins, als dem eines nativen Eiweißes hatte sich durch die Bestrahlung, soweit man das feststellen konnte, nichts geändert.

Da nun später Bickel und Schaake[13] der Nachweis gelang, daß auch eine einzelne Aminosäure, nämlich Cystin, durch bestimmt dosierte γ-Strahlenbehandlung inbezug auf ihre biologische Wirkung, verändert werden kann, ist es mehr als wahrscheinlich, daß bei der γ-Strahlenwirkung auf das Caseinmolekül bestimmte Aminosäuren oder Aminosäurenkomplexe in einer Weise verändert werden, daß dadurch sich auch die ernährungsphysiologische Wirkung ändert.

Andererseits darf aber nicht übersehen werden, daß man bei der präparatorischen Herstellung des Caseins auch bei dem sog. reinen Casein, niemals ganz sicher sein kann, ob es nicht doch irgend welche Begleitstoffe noch enthält, die bei der Bestrahlung geändert und Träger der geänderten Wirkung des bestrahlten Caseins sein können.

Es war nun von Interesse, festzustellen, ob noch in anderer Richtung, als sie vorstehend beschrieben wurde, eine Sonderbeeinflussung von Stoffwechselvorgängen durch das bestrahlte Casein im Gegensatz zum unbestrahlten Casein als Nahrungs-

eiweiß möglich sei. Vor allem lag es nahe, abgesehen von Lungengaswechselversuchen, den verhältnismäßig leicht durch alle möglichen Einwirkungen zu beeinflussenden Kohlehydratstoffwechsel zu Untersuchungen heranzuziehen, zumal ja, wie eingangs schon erwähnt wurde, bekannt war, daß engste Beziehungen nicht nur zwischen dem Nahrungseiweiß und dem Kohlehydratstoffwechsel überhaupt, sondern gerade auch Beziehungen zwischen der Nahrungseiweißqualität wie der Art der einzelnen Aminosäuren und dem Ablauf des Kohlehydratstoffwechsel bestehen, und daß es sich bei diesen Wirkungen vielfach wohl um sogenannte dynamische Wirkungen der Aminosäuren handelt.

Da das Casein glykosaminfrei ist, kann man sicher sein, daß es als Kohlehydratquelle im normalen Körper, zumal wenn es in einer gerade den Nahrungseiweißbedarf deckenden Menge verabfolgt wird, nicht in Frage kommt, wie es ja überhaupt dafür, daß aus dem Casein im normalen Körper Zucker gebildet würde, keinen Anhaltspunkt gibt. Sehen wir also Unterschiede im Ablauf des Kohlehydratstoffwechsels, je nachdem ob das Nahrungseiweiß unbestrahltes Casein, das fürder Normal-Casein genannt sei, oder ob es bestrahltes Casein ist, dann können solche unterschiedlichen Wirkungen eigentlich nur durch unterschiedliche Wirkungen der resorbierten Derivate des Normalcaseins und des bestrahlten Caseins auf den Kohlehydratstoffwechsel zustande kommen, soweit nicht der oben herangezogene Einwand von den Begleitstoffen zu Recht besteht.

Experimenteller Teil.

Es wurden mehrere kg Casein gekauft und von diesen wurden 3 kg 563 000 Milligrammstunden mit Mesothorium bestrahlt. Der Rest wurde unbestrahlt verwendet und wird in den Versuchsprotokollen als Normal-Casein bezeichnet. Zu den Versuchen dienten 4 Doppelgruppen von männlichen weißen Ratten, die unter völlig identischen äußeren Versuchsbedingungen gehalten wurden. Die Gesamtgewichte jeder Einzelgruppe einer Doppelgruppe waren entweder gleich oder differierten nur wenig. Jede Einzelgruppe bestand aus 5 Tieren. Das Gewicht schwankte bei den Einzelgruppen von 5 Tieren zwischen 555 und 598 g. Jede Einzelgruppe wurde in einem Sonderkäfig gehalten, die Tiere wurden alle zwei Tage gewogen. Die Nahrung war bei allen Gruppen die gleiche, nur daß bei den Untergruppen jeder Doppelgruppe, die eine als Nahrungseiweiß Normal-

Casein, die andere bestrahltes Casein in gleichen Mengen bekam. Die Versuche dauerten bei 2 Doppelgruppen 10 Tage und bei den beiden anderen 12 Tage. In dieser Zeit nahm das Gewicht bei allen Gruppen die bestrahltes Casein erhielten ein wenig zu, während bei den Gruppen, die unbestrahltes Casein bekamen, eine geringe Gewichtszunahme nur bei 2 Gruppen notiert wurde, während bei den 2 anderen Gruppen eine fast ebenso geringe Gewichtsabnahme auftrat. Daß diese kleinen Gewichtsdifferenzen keinen bestimmenden Einfluß auf den Glycogengehalt haben, geht aus folgenden zwei Gründen hervor: Die 10 Tiere mit der geringfügigen Gewichtsabnahme, die mit Normal-Casein ernährt worden waren, hatten im Vergleich zu den übrigen 10 Tieren mit der Normal-Caseinnahrung keinen verminderten Glycogengehalt, im Vergleich zu ihren Kontrollen aber mit der bestrahlten Caseinnahrung, die etwas an Gewicht zugenommen hatten, einen wesentlich höheren Glycogengehalt. Wenn eine geringfügige Gewichtsabnahme überhaupt den Glycogengehalt beeinflussen kann, dann vermag sie es nur im Sinne einer Verminderung des Glycogens, weil im Hunger und bei der Unterernährung immer zu erst die Glycogendepots angegriffen werden. Man kann aber mit Sicherheit sagen, daß in dem vorliegenden Fall die kleinen Gewichtsabnahmen ebensowenig einen Einfluß auf den Leberglycogengehalt hatten wie die kleinen Gewichtszunahmen bei den anderen Gruppen.

Wenn eine nennenswerte Differenz im Gewicht bestand zwischen den Untergruppen einer Doppelgruppe, dann wiesen immer diejenigen Gruppen das geringere Gewicht auf, die mit Normal-Casein ernährt wurden. Die mit Normal-Casein ernährten Tiere waren also vonhause aus wenigstens in 2 Untergruppen eine Spur schlechter gestellt, hinsichtlich ihrer körperlichen Beschaffenheit, als die anderen.

Wie aus den Versuchsprotokollen hervorgeht, bekam jede Ratte pro Tag 1 g Casein, außerdem 3 ccm Lebertran, 3 g Zukker und 5 g Kartoffelstärke. Für genügenden Vitamingehalt der Nahrung war, abgesehen vom Lebertran durch die Gabe von 1 ccm frischen Citronensaft, gesorgt, ferner erhielt jede Ratte täglich 0,1 g Mo. Collums-Salzgemisch No. 185.

Die tägliche Futterration wurde so zubereitet, daß aus allen Nahrungsbestandteilen, ausschließlich der Vitaminträger, Lebertran und Citronensaft, ein Brei gekocht wurde, dem nach seinem Abkühlen die Vitaminträger zugemischt wurden.

Die Tiere fraßen die tägliche Futterration ausnahmslos quantitativ auf.

Die Tiere jeder Doppelgruppe wurden nach gleich langer Fütterungsdauer (10 bezw. 12 Tage) sämtlich hintereinander durch Genickschlag getötet, die Leber wurde so rasch als möglich herausgenommen, in heiße Kalilauge verbracht, darin gewogen und dann der Glycogenanalyse zugeführt.

Das Ergebnis war eindeutig. Diejenigen Tiere, die mit Normal-Casein ernährt worden waren, hatten 65 % bis 75 % Glycogentraubenzucker in ihren frischen Lebern mehr, als die Tiere, die mit dem bestrahlten Casein ernährt worden waren.

Damit ist der Beweis erbracht, daß bei einer bis auf den Charakter des Nahrungseiweißes identischen Ernährung, der Glycogengehalt der Leber ein verschiedener sein kann, und daß insbesondere das bestrahlte Casein einen geringeren Glycogengehalt der Leber unterhält, als das unbestrahlte. Der Glycogentraubenzuckergehalt der Lebern der Tiergruppen, die das Normal-Casein erhalten hatten, schwankte zwischen 1,533 % und 1,706 %, während der Glycogen-Traubenzuckergehalt der Lebern der mit bestrahltem Casein gefütterten Tiere zwischen 0,888 % und 1,010 % schwankte.

Man sieht also, daß die Größenordnung des Glycogentraubenzuckergehaltes eine durchaus verschiedene ist, je nachdem ob unter sonst völlig identischen Versuchsbedingungen das Nahrungseiweiß Normal-Casein oder bestrahltes Casein ist.

Bei den einzelnen Parallelversuchen waren die Unterschiede im Glycogen-Traubenzuckergehalt folgende:

Tabelle.

Versuch Nr.	Normal-Casein in %	Bestrahltes Casein in %	Differenz in %
I	1,533 %	0,923 %	+ 66,1 %
II	1,555 %	0,888 %	+ 75,1 %
III	1,706 %	0,981 %	+ 73,9 %
IV	1,669 %	1,010 %	+ 65,2 %

Da nun weder das unbestrahlte noch das bestrahlte Casein als natives Eiweiß resorbiert wird, sondern jedes Casein in seinen Derivaten, die bei der Magen-Darmverdauung entstehen, zur Resorption gelangt, muß auch die Wirkung auf den Kohlehydratstoffwechsel, d. h. hier auf die Glycogenspeicherung von der Eigenart dieser Derivate abhängen. Das gilt natürlich auch

für die Unterschiedlichen Wirkungen, die das unbestrahlte und bestrahlte Casein auf die Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel auswirken, die wir an dem Wert der Harnquotienten erkennen.

Wie schon erwähnt wurde, unterhält das γ-bestrahlte Casein eine niedrigere Harnquotientenlage, als das Normal-Casein bei im übrigen völlig identischen Versuchsbedingungen. Dieser Befund ist bekanntlich nach den diesbezüglichen spezifischen Wirkungen einzelner Aminosäuren eines der wichtigsten Beweisstücke für die Lehre, daß ceteris paribus die Harnquotientenlage durch die Nahrungseiweißqualität bestimmt wird. Auch das bestrahlte Casein, mit dem ich meine Glycogenversuche machte, war in der üblichen Weise auf seine Stoffwechselwirkung geprüft worden. Es waren 10 männliche, weiße Ratten 3 Wochen lang mit der gleichen Nahrung gefüttert worden, bei der in N-aeguimolecularer Menge in der ersten Versuchsperiode unbestrahltes Casein, in der 2. und 3. Versuchsperiode das bestrahlte Casein das Nahrungseiweiß bildete. Unter progressiver Verminderung der Harn-C und Harn-Vacat-O-Werte und Verminderung der Harn-N-Werte bildete sich im Verlaufe der ersten Periode mit der Fütterung mit bestrahltem Casein eine kontinuierlich fortschreitende Senkung beider Harnquotienten aus, die am Ende dieser Periode einen Tiefstand erreichte, der nun in der 3. Versuchsperiode, das heißt in der 2. Periode mit der Gabe des bestrahlten Caseins eingehalten wurde.

Aus der Beeinflussung der Harnquotienten durch das bestrahlte Casein ergibt sich eine oxydationsteigernde Wirkung dieses Eiweißes im Vergleich zum unbestrahlten Casein, wenn jeweils eines dieser Eiweiße das gesamte Nahrungseiweiß darstellt. Aus dem Befund, daß der Glycogengehalt der Leber höher ist, wenn die Wirkung des Nahrungseiweißes auf die Oxydationen im Zwischenstoffwechsel schwächer ist, geht vielleicht im Hinblick auf den vorliegenden Fall hervor, daß in dem stärkeren Umsatz der von einem die Oxydationen im Zwischenstoffwechsel steigernden Nahrungseiweiß unterhalten wird, auch der Zuckerstoffwechsel hineinbezogen wird und daß aus diesem Grunde vielleicht eine ausgiebige Deponierung des Zukkers als Glycogen in dem vorliegenden Falle stattfindet.

Meine Versuche zeigen, daß von der Qualität des Nahrungseiweißes nicht nur die Oxydationen im Zwischenstoffwechsel überhaupt gesteuert werden, sondern daß die Qualität

des Nahrungseiweißes auch den Kohlehydratumsatz im Zwischenstoffwechsel mit regulieren hilft.

Meine Versuche über den unterschiedlichen Einfluß mit bestrahltem und unbestrahltem Casein auf die Beeinflussung des Glycogengehaltes der Leber bei der Ernährung mit einer gemischten Nahrung, in der das eine oder andere Casein das Nahrungseiweiß in der üblichen Menge darstellt, die aber einen Fett- und Kohlehydratgehalt hat, sind zugleich auch ein Beweis für die Verläßlichkeit der zur Prüfung des hier aufgerollten Problems angewandten Methodik.

Glycogen-Versuche.

Gruppe 1. (5 Ratten) Casein normal!

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:		Gewicht der Tiere alle 2 Tage:
Casein	= 5,0 g	595 g
Lebertran	= 15,0 ccm	598 g
Zucker	= 15,0 g	600 g
Kartoffelstärke	= 25,0 g	600 g
Salzgemisch Mc. Collum 185)	= 1,0 g	605 g
Citronensaft	= 5,0 ccm	
Wasser	= 300,0 ccm	

5 Tiere nach 10 Tagen getötet.

5 Tiere = 30,0 g Leber

30 g Leber = 1,533 % Glycogentraubenzucker = + 66,1 %

Gruppe 1. (5 Ratten) Casein bestrahlt!

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:		Gewicht der Tiere alle 2 Tage:
Casein bestr.	= 5,0 g	595 g
Lebertran	= 15,0 ccm	597 g
Zucker	= 15,0 g	600 g
Kartoffelstärke	= 25,0 g	605 g
Salzgemisch Mc. Collum 185)	= 1,0 g	610 g
Citronensaft	= 5,0 ccm	
Wasser	= 300,0 ccm	

5 Tiere nach 10 Tagen getötet.

5 Tiere = 26,0 g Leber

26,0 g Leber = 0,9230 % Glycogentraubenzucker.

Gruppe 2. (5 Ratten) Casein normal!

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:		Gewicht der Tiere alle 2 Tage:
Casein normal	= 5,0 g	598 g
Lebertran	= 15,0 ccm	599 g
Zucker	= 15,0 g	605 g
Kartoffelstärke	= 25,0 g	600 g
Salzgemisch Mc. Collum 185)	= 1,0 g	605 g
Citronensaft	= 5,0 ccm	605 g
Wasser	= 300,0 ccm	

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.
5 Tiere = 27,0 g Leber.
27,0 g Leber = 1,555 % Glycogentraubenzucker = + 75,1 %

Gruppe 2. (5 Ratten) Casein bestrahlt.

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:		Gewicht der Tiere alle 2 Tage:
Casein bestr.	= 5,0 g	597 g
Lebertran	= 15,0 ccm	597 g
Zucker	= 15,0 g	599 g
Kartoffelstärke	= 25,0 g	605 g
Salzgemisch Mc. Collum 185)	= 1,0 g	610 g
Citronensaft	= 5,0 ccm	615 g
Wasser	= 300,0 ccm	

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.
5 Tiere = 27,0 g Leber.
27,0 g Leber = 0,888 % Glycogentraubenzucker.

Gruppe 3. (5 Ratten) Casein normal!

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:		Gewicht der Tiere alle 2 Tage:
Casein normal	= 5,0 g	568 g
Lebertran	= 15,0 ccm	568 g
Zucker	= 15,0 g	565 g
Kartoffelstärke	= 25,0 g	560 g
Salzgemisch Mc. Collum 185)	= 1,0 g	550 g
Citronensaft	= 5,0 ccm	
Wasser	= 300,0 ccm	

5 Tiere nach 10 Tagen getötet.
5 Tiere = 30,0 g Leber.
30,0 g Leber = 1,706 % Glcyogentraubenzucker = + 73,9 %

Gruppe 3. (5 Ratten) Casein bestrahlt!

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:		Gewicht der Tiere alle 2 Tage:
Casein bestr.	= 5,0 g	590 g
Lebertran	= 15,0 ccm	595 g
Zucker	= 15,0 g	600 g
Kartoffelstärke	= 25,0 g	600 g
Salzgemisch Mc. Collum 185)	= 1,0 g	610 g
Citronensaft	= 5,0 ccm	
Wasser	= 300,0 ccm	

5 Tiere nach 10 Tagen getötet.
5 Tiere = 32,5 g Leber.
32,5 g Leber = 0,9810 % Glycogentraubenzucker.

Gruppe 4. (5 Ratten) Casein normal!

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:		Gewicht der Tiere alle 2 Tage:
Casein normal	= 5,0 g	555 g
Lebertran	= 15,0 ccm	550 g
Zucker	= 15,0 g	550 g
Kartoffelstärke	= 25,0 g	548 g
Salzgemisch Mc. Collum 185)	= 1,0 g	545 g
Citronensaft	= 5,0 ccm	540 g
Wasser	= 300,0 ccm	

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.
5 Tiere = 30,0 g Leber.
30,0 g Leber = 1,669 % Glycogentraubenzucker = + 65,2 %

Gruppe 4. (5 Ratten) Casein bestrahlt!

Nahrung für 5 Tiere an 1 Tag:		Gewicht der Tiere alle 2 Tage:
Casein bestr.	= 5,0 g	585 g
Lebertran	= 15,0 ccm	590 g
Zucker	= 15,0 g	590 g
Kartoffelstärke	= 25,0 g	600 g
Salzgemisch Mc. Collum 185)	= 1,0 g	610 g
Citronensaft	= 5,0 ccm	610 g
Wasser	= 300,0 ccm	

5 Tiere nach 12 Tagen getötet.
5 Tiere = 34,5 g Leber.
34,5 g Leber = 1,010 % Glycogentraubenzucker.

Tägliche Futtermenge für 10 Ratten in Stoffwechsel-Versuch!

Periode 1.		Periode 2.	
Casein normal	= 10,0 g	Casein bestrahlt	= 10,0 g
Lebertran	= 25,0 ccm	Lebertran	= 25,0 ccm
Zucker	= 60,0 g	Zucker	= 60,0 g
Kartoffelstärke	= 50,0 g	Kartoffelstärke	= 50,0 g
Salzgemisch (Mc. Collum 185)	= 2,0 g	Salzgemisch (Mc. Collum 185)	= 2,0 g
Citronensaft	= 10,0 ccm	Citronensaft	= 10,0 ccm
Wasser	= 600,0 ccm	Wasser	= 600,0 ccm

Periode 3.

Casein bestrahlt	= 10,0 g	Salzgemisch (Mc. Collum 185)	= 2,0 g
Lebertran	= 25,0 ccm	Citronensaft	= 10,0 ccm
Zucker	= 60,0 g	Wasser	= 600,0 ccm
Kartoffelstärke	= 50,0 g		

Stoffwechsel-Versuch! Analysen-Tabelle. 10 Ratten

1. Periode. Casein normal!

Analysentag No.	Körpergewicht i. g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C/N.	V.O/N.	O/C.
1	201	190	689	1258	614	1,12	2,05	1,82
2	201	210	756	1350	696	1,09	1,93	1,79
3	200	205	732	1308	652	1,12	2,00	1,79
4	200	190	682	1179	612	1,11	1,93	1,73
5	201	205	129	1226	652	1,12	1,88	1,68
Periodendurchschnittswerte			718	1264	645	1,11	1,96	1,76

2. Periode. Casein bestrahlt!

6	200	190	618	1092	553	1,12	1,98	1,77
7	200	210	687	1281	676	1,01	1,89	1,86
8	199	220	678	1063	693	0,99	1,53	1,57
9	200	210	571	789	712	0,80	1,11	1,38
10	200	209	518	675	717	0,72	0,94	1,30
Periodendurchschnittswerte			614	980	670	0,92	1,46	1,59

3. Periode. Casein bestrahlt!

11	201	148	625	823	887	0,70	0,93	1,32
12	201	170	690	841	882	0,78	0,95	1,22
13	202	218	630	767	818	0,77	0,94	1,22
14	202	175	420	539	553	0,76	0,97	1,28
15	202	221	632	824	820	0,77	1,00	1,30
Periodendurchschnittswerte			599	779	792	0,76	0,98	1,30

Stoffwechsel-Versuch! Uebersichtstabelle. 10 Ratten.

Periode No.	Körper-gewicht i. g	Harn-menge ccm	Harn-C mg	Harn-Vakat-O mg	Harn-N mg	C/N.	V.O/N.
I. Casein normal	200	200	718	1 264	645	1,11	1,96
II. Casein bestrahlt	199	207	614	980	670	0,92	1,46
III. Casein bestrahlt	201	186	599	779	792	0,76	0,98

Literatur.

1. Schenk, Ueber die Beeinflußbarkeit der Blutzuckerregulation durch Eiweißstoffe, Aminosäuren und deren Derivate. Archiv f. exper. Pathologie und Pharmakologie, Bd. 167, 201, 1932.
2. Kanai, Ueber den Einfluß von Aminosäuren auf den Blutzucker. Biochem. Zeitschr. 248, 383, 1932.
3. Ringer u. Lusk, Ueber die Entstehung von Dextrose aus Ominosäuren bei Phlorhizinglycosurie. Zeitschr. f. phys. Chemie. Bd. 66, 106, 1910.
4. Lüthje, Die Zuckerbildung aus Eiweiß. Deutsches Archiv f. klin. Medizin. 79, 498, 1904.
5. Wilhelmy u Mann, American-geman Offic. 93, No. 1, 1930.
6. Schubert, Ueber dynamische Wirkungen von Mminosäuren auf einzelne Organfunktionen und den Lungengaswechsel beim Menschen. Biochem. Zeitschr. 269, 241, 1934.
7. Grafe, Die Krankheiten des Stoffwechsels und ihre Behandlung. Ersch. 1931. Verl. Julius Springer.
8. Harris, Biochem. Journal. 20, 288, 1926.
9. Lieben, Ueber die Wirkung der Belichtung auf Tyrosin und Tryptophen im Eiweißverband. Biochem. Zeitschrift 187, 307, 1927.
10. Pinkussen, Klinische Wochenschrift 1562, 1937.
11. Fernau, Einige Fälle analoger Wirkung von Strahlung und Ozon auf chemische und Kolloidreaktionen. Colloid Zeitschr. 33, 89, 1923.
12. A. Bickel, Durch Bestrahlung des Caseins erzielte Veränderungen seiner biologischen Wirkung nach der Zufuhr zum Körper. Deutsche med. Wochenschr. No. 31, 1231, 1935.
13. A. Bickel u. W. Schaake, Ueber dynamische Wirkungen von Aminosäuren auf einzelne Organfunktionen und den Lungengaswechsel beim Menschen. Deutsche med. Wochenschr. No. 12, S. 468, 1936.

Lebenslauf.

Ich, Karl Trösken, wurde am 4. Juni 1908 zu Bochum-Gerthe als Sohn des verst. Landwirts Heinrich Trösken und seiner Frau Clara geb. Wulff geboren.

Meine erste Schulausbildung erhielt ich an der Volksschule in Bochum-Gerthe. Die höhere Schule besuchte ich in Gerthe und Bochum (Oberrealschule). In Bochum bestand ich zu Ostern 1930 die Reifeprüfung. Im Anschluß daran begann ich das medizinische Studium in Marburg, München und Königsberg. Dortselbst bestand ich nach 5-semestrigem Studium das Physikum. Das klinische Studium begann ich in Königsberg, dann München, Berlin und Rostock. Hier bestand ich am 14. Juni 1936 das medizinische Staatsexamen.

Am 1. September 1936 begann ich meine Medizinalpraktikantenzeit. Ich war zunächst 6 Monate in der Hautklinik, dann 2 Monate in der Hals-, Nasen-, Ohren-Klinik der Charité tätig, dann folgten 4 Monate in der III. Medizinischen Klinik in Berlin. Meine Bestallungsurkunde als Arzt erhielt ich am 1. September 1937. Bis zum 1. Januar 1938 war ich nun in der Hals-, Nasen-, Ohren-Klinik der Charité als Volontärarzt tätig. Anschließend habe ich dann verschiedentlich prakt. Aerzte vertreten.